TIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

G02F 1/0K H04B 10/22

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/04309

A1

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

28. Januar 1999 (28.01.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE98/01258

(22) Internationales Anmeldedatum:

5. Mai 1998 (05.05.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 30 925.9 🚯

🦫 17. Juli 1997 (17.07.97)

(71) Anmelder (für alle) Bestimmungsstaaten ausser US): SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH [DE/DE]; Am Hardtanger 10, D-82256 Fürstenfeldbruck (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur fibr US): POISEL, Hans [DE/DE]; Pühlhof 14, D-91227 Leinburg (DE).

(74) Anwalt: RÖSLER, Uwe; Kanzlei Münich-Rösler, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DB).

(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

- (54) Title: DEVICE FOR TRANSMITTING OPTICAL SIGNALS BETWEEN TWO DYNAMICALLY DECOUPLED SYSTEMS
- (54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR OPTISCHEN SIGNALÜBERTRAGUNG ZWISCHEN ZWEI DYNAMISCH ENTKOPPEL-TEN SYSTEMEN

(57) Abstract

The invention relates to a device for transmitting optical signals between two dynamically decoupled systems, preferably two mutually moveable systems. Said device comprises at least one emitter unit including a first light source, the first system being arranged on said unit. It also comprises a receiver unit having at least one optical fiber. The second system is arranged on said receiver unit along which light source can be moved and in which light from the light source can be injected. The invention features a light-refracting layer applied at least to optical fiber surface, directly opposite a first light source and at least one coherent light source arranged on said first system, the light of which prints dynamically an optical network on the light refracting layer through superimposed beams at the light injection port. The network has diffraction properties for the light from said first light source, so that light can be injected into the optical fiber.

(57) Zusammenfässung

Beschrieben wird eine Vorrichtung zur optischen Signalübertragung zwischen zwei dynamisch entkoppelten Systemen, vorzugsweise zwei sich relativ zueinander bewegenden Systemen, mit wenigstens einer, eine erste Lichtquelle . S1

aufweisenden Sendeeinrichtung, die auf dem ersten System angebracht ist, sowie eine, wenigstens eine Lichtleitfaser aufweisende Empfangseinrichtung, die auf dem zweiten System angebracht ist und entlang deren Erstreckung die Lichtquelle bewegt wird und in die das Licht der Lichtquelle einkoppelbar ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß wenigstens auf der, der ersten Lichtquelle unmittelbar gegenüberliegenden Oberfläche der Lichtleitfaser eine photorefraktive Schicht aufgebracht ist, und daß am ersten System wenigstens eine kohärente Lichtquelle angebracht ist, deren Licht durch Strahlüberlagerung am Ort der Lichteinkopplung ein optisches Gitter in die photorefraktive Schicht dynamisch einprägt, das über Beugungseigenschaften für das Licht der ersten Lichtquelle verfügt, so daß das Licht in die Lichtleitfaser einkoppelbar ist. die Lichtleitfaser einkoppelbar ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL .	Albanien	ES Spanien	LS Lesotho	SI Slowenien
AM		FI Pinnend	LT Litauen	SK Slowakei
AT ·		FR Frankreich	LU Luxemburg	SN Senegal
AU .		GA Gabun	LV Lettland	SZ Swasiland
AZ:	Aserbaidschan (GB Vereinigtes Konigreich	MC Monaco	TD Tschad
BA `	Bosnien-Herzegowina (GE Georgien	MD Republik Moldau	TG Togo
BB		GH Ghana	MG Madagaskar	TJ Tadschikistan
BE	Belgien (GN Guinea	MK Die ehemalige jugoslawische	TM Turkmenistan
BF		GR Griechenland	Republik Mazedonien	TR Turkei
BG		HU Ungam	ML Mali	TT Trinidad und Tobago
BJ		IE Irland	MN Mongolei	UA Ukraine
BR	Brasilien 1	IL Israel	MR Mauretanien	UG Uganda
BY	Belarus	IS Island	MW Malawi	US Vereinigte Staaten von
CA .		IT Italien	MX Mexiko	Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP Japan	NB Niger	UZ Usbekistan
CG	Kongo	KE Kenia	NL Niederlande	VN Vietnam
CH.	Schweiz	KG Kirgisistan	NO Norwegen	YU Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP Demokratische Volksrepublik	NZ Neuseeland	ZW Zimbabwe
CM ¹	Kamerun	Korea	PL Polen	
CN	China V	KR Republik Korea	PT Portugal	•
CU	Kuba 1	KZ Kasachstan	RO Rumänien	
CZ	Tschechische Republik	LC St. Eucia	RU . Russische Föderation	
DE	Deutschland	LI. Liechtenstein	SD Sudan	
DK	Danemark I	LK Sri Lanka	SE Schweden	
EE	Estland I	LR Liberia	SG Singapur	

Vorrichtung zur optischen Signalübertragung zwischen zwei dynamisch entkoppelten Systemen

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur optischen Signalübertragung zwischen zwei dynamisch entkoppelten Systemen, mit wenigstens einer, eine erste Lichtquelle aufweisenden Sendeeinrichtung, die auf dem ersten System angebracht ist, sowie eine, wenigstens einen Lichtwellenleiter aufweisende Empfangseinrichtung, die auf dem zweiten System angebracht ist und in die das Licht der Lichtquelle einkoppelbar ist.

Stand der Technik

Zur optischen Signalübertragung zwischen zwei räumlich getrennten Bauteilen, die sich zudem in aller Regel relativ zueinander bewegen, wird Licht eines auf einem Bauteil befestigten Lichtsenders in einen Wellenleiter der am gegenüberliegenden Bauteil angeordnet ist, eingekoppelt und innerhalb des Wellenleiters zu einer entsprechenden Lichtdetektoreinheit weitergeleitet. Ein wesentliches Kriterium für die Güte der Signalübertragung stellt die Lichteinkopplung in den Wellenleiter dar, da der Lichteinkoppelprozeß in den Wellenleiter mit anschließender Lichtweiterleitung innerhalb des Wellenleiters bis hin zur Signalumwandlung in einer Detektoranordnung mit hohen Verlusten verbunden ist.

Üblicherweise wird der als Lichtleitfaser ausgebildete Wellenleiter senkrecht zur Lichtleitfaseroberfläche bestrahlt, so daß der in den Wellenleiter eingekoppelte Lichtanteil ebenfalls senkrecht zur Lichtleitfaserlängsachse orientiert ist. Da für gewöhnlich Detektoranordnungen an den Faserenden angeordnet sind, tragen nur jene Teile des in die Lichtleitfaser eingekoppelten Lichtes zur Signalübertragung bei, die sich in

Richtung der Lichtleitfaserlängsachse ausbreiten können und im Wege der Totalreflexion verhältnismäßig verlustfrei zur Detektoranordnung gelangen. Dieser Anteil ist bei der geschilderten seitlichen Bestrahlung im Allgemeinen vernachlässigbar. Es müssen daher Maßnahmen getroffen werden, einen möglichst großen Anteil des in die Lichtleitfaser eingekoppelten Lichtes in Richtung zur Faserlängsachse umzulenken, derart, als würde das Licht an einer Stirnseite der Lichtleitfaser eingekoppelt werden.

Beispielsweise geht aus der DE 28 46 526 C2 ein Röntgensichtgerät hervor, das einen ringförmigen Lichtwellenleiter vorsieht, entlang dessen Außenkontur eine Lichtquelle als Signalquelle bewegt wird. Zur Umlenkung der senkrecht in den Lichtwellenleiter eingekoppelten Strahlung in Längsrichtung des Lichtwellenleiters, sind auf der Innenseite des Lichtwellenleiters Stufen vorgesehen, die sich über den gesamten Umfang des Lichtwellenleiters erstrecken und eine Lichtreflexion bewirken, so daß das in den Lichtwellenleiter eingekoppelte Licht der Lichtquelle über den gesamten Umfang des Lichtwellenleiters gleichmäßig verteilt wird. An wenigstens einem Ende des Lichtwellenleiters ist zur Detektion des Lichtes eine entsprechende Empfangseinheit vorgesehen. Zwar vermag zum einen die stufenförmige Ausbildung der Innenseite des Lichtwellenleiters das senkrecht in den Lichtwellenleiter eingekoppelte Licht in Faserlängsrichtung umlenken, doch beeinträchtigt diese Struktur das Ausbreitungsverhalten des Lichtes längs zur Wellenleiterachse erheblich, wodurch das innerhalb des Wellenleiters geführte Licht durch Brechungen und Reflexion an den Stufenkonturen aus dem Wellenleiter teilweise ausgekoppelt wird und dadurch starken Verlusten unterworfen ist.

Ferner sind Lösungen bekannt, die die Lichtführung innerhalb eines Lichtwellenleiters weitgehend unbeeinflußt lassen, beispielsweise enthält hierzu der als Lichtleitfaser ausgebildete Wellenleiter fluoreszierende Stoffe, die nach energetischer Anregung durch Bestrahlung Fluoreszenzlicht abgeben. Jene Lichtanteile des Fluoreszenzlichtes, das sich in Faserlängsrichtung ausbreitet kann, tragen zur Signalübertragung innerhalb der Lichtleitfaser bei. Ein derartiges Beispiel geht aus der DE 44 21 616 A1 hervor, in der eine Vorrichtung zum Senden und Empfangen von kreisen-

den Lichtsignalen beschrieben ist. Zwar breitet sich das in Faserlängsrichtung durch Totalreflexion geführte Licht weitgehend verlustfrei in der Lichtleitfaser aus, da diese eine geometrisch ungestörte Kontur aufweist, doch wird die Lichtsignalübertragung durch den zeitlich verzögerten Fluoreszenzeffekt hinsichtlich hoher Übertragungsraten eingeschränkt, was nachteilhaft für eine optimierte Nutzung von Datenübertragungskänälen ist.

Um die vorstehenden Nachteile des Fluoreszenzlichts zu vermeiden und dennoch die wellenleitende Eigenschaft einer Lichtleitfaser nicht zu beeinträchtigen wird bekannterweise zur Lichteinkopplung ein an der Oberfläche der Lichtleitfaser angeordnetes Einkoppelprisma eingesetzt, durch das senkrecht auf die Lichtleiteroberfläche auftreffendes Licht durch das Einkoppelprisma mittels Brechung abgelenkt wird, so daß das in die Lichtleitfaser eingekoppelte Licht schräg zur Lichtleitfaserlängsachse verläuft und innerhalb der Lichtleitfaser mittels Totalreflexion geführt wird. Bewegt sich jedoch der Lichtsender relativ zur Lichtleitfaser, so muß das Einkoppelprisma simultan zum Lichtsender über die Lichtleitfaser mitgeführt werden, wobei darauf zu achten ist, daß der Abstand - hierbei handelt es sich um Größenordnungen, die im um-Bereich liegen - zwischen Einkoppelprisma und Lichtleitfaser höchst genau einzuhalten ist und daher eine Präzisionsmechanik voraussetzt, die konstruktiv und insbesondere finanziell für einen operativen Einsatz unattraktiv ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur optischen Signalübertragung zwischen zwei dynamisch entkoppelten Systemen, vorzugsweise zwei sich relativ zueinander bewegenden Systemen, mit wenigstens einer, eine erste Lichtquelle aufweisenden Sendeeinrichtung, die auf dem ersten System angebracht ist, sowie eine, wenigstens eine Lichtleitfaser aufweisende Empfangseinrichtung, die auf dem zweiten System angebracht ist, und entlang deren Erstreckung die Lichtquelle bewegt wird und in die das Licht der Lichtquelle einkoppelbar ist, derart weiterzubilden, daß die Lichteinkopplung des von der Sendeeinrichtung herrührenden Lichtes in die Lichtleitfaser möglichst ohne große Verluste erfolgt. Es soll insbesondere ein möglichst großer Lichtanteil innerhalb der Lichtleitfaser in Längsrichtung geführt werden, wobei die lichtleitenden Eigenschaften der Faser für eine ungestörte

Ausbreitung des Lichtes innerhalb der Lichtleitfaser mittels Totalreflexion unbeeinflußt bleiben sollen. Die hierfür durchzuführenden Maßnahmen sollen überdies günstig in der Herstellung und unproblematisch im Einsatz sein, so daß die Vorrichtung an beliebigen Einsatzorten operationell einsetzbar ist.

Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist in den Ansprüchen 1, 4 und 6 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist erfindungsgemäß dadurch ausgebildet, daß wenigstens auf der, der ersten Lichtquelle unmittelbar gegenüberliegenden Oberfläche der Lichtleitfaser eine photorefraktive Schicht aufgebracht ist, und daß am ersten System wenigstens eine kohärente Lichtquelle vorgesehen ist, deren Licht durch Strahlüberlagerung am Ort der Lichteinkopplung ein optisches Gitter in die photorefraktive Schicht dynamisch einprägt, das über Beugungseigenschaften für das Licht der ersten Lichtquelle verfügt, so daß das Licht in die Lichtleitfaser einkoppelbar ist:

Die erfindungsgemäße Idee macht sich die Eigenschaft photorefraktiver Materialien zunutze, die über nichtlineare optische Fähigkeiten in der Weise verfügen, daß ihr Brechungsindex durch Lichtbestrahlung veränderbar ist. Insbesondere ist es möglich durch gezielte Überlagerung zweier kohärenter Lichtstrahlen ein Interferenzmuster zu erzeugen und auf eine photorefraktive Materialschicht abzubilden, so daß sich beispielsweise eine sinusförmige Lichtintensitätsverteilung an der Oberfläche der photorefraktiven Materialschicht ergibt. Entsprechend der Lichtintensitätsverteilung bewegen sich die in der photorefraktiven Materialschicht enthaltenen Ladungen und erzeugen ein elektrisches Feld, dessen Stärke sich ebenfalls sinusförmig ändert. Dieses Feld verzerrt wiederum die Materialschicht in gleicher periodischer Weise und ruft Anderungen im Brechungsindex hervor. Auf diese Weise bildet sich ein sogenanntes Brechungsindex-Gitter oder Brechungsindex-Volumenhologramm aus. Tiefergehende Ausführungen hierzu sind in dem Beitrag von D. M. Pepper "Der photo-

refraktive Effekt", Spektrum der Wissenschaft, Dezember 1990, S. 72 – 79 zu entnehmen.

Der det Erfindung zugrundeliegende Hauptgedanke betrifft die Erzeugung einer lokal auf der Oberfläche der Lichtleitfaser liegenden Einkoppelstelle für das aus der Sendeinrichtung auf die Lichtleitfaser gerichtete Licht. Die Einkoppelstelle auf der Lichtleitfaser ist räumlich begrenzt, so daß der übrige Teil der Lichtleitfaser die Lichtführung innerhalb der Lichtleitfaser unbeeinflußt läßt.

Die Erzeugung dieser Einkoppelstelle erfolgt derart, daß zum einen die Lichtleitfaser vorzugsweise vollständig mit einer photorefraktiven Materialschicht ummantelt ist, deren Brechungsindex im unbelichteten Zustand identisch oder ähnlich dem Brechungsindex der Lichtleitfaser ist. Ferner ist an dem die Sendeeinrichtung tragenden System eine kohärente Lichtquelle angeordnet, die für die Erzeugung eines Interferenzmusters auf der Oberfläche der photorefraktiven Materialschicht am Ort der Einkoppelstelle vorgesehen ist.

Zur Erzeugung einer Zweistrahlinterferenz mit Hilfe nur einer einzigen kohärenten Lichtquelle kann der Strahl der Lichtquelle mit Hilfe eines Strahlteilers aufgespaltet und über eine entsprechende Spiegelanordnung zur Überlagerung gebracht werden. Alternativ dazu können auch zwei oder mehrere getrennte kohärente Lichtquellen am System der Sendeeinrichtung vorgesehen sein, deren Einzellichtstrahlen in einer geeigneten Weise zur Überlagerung gebracht werden.

Auch sieht eine Alternative, erfindungsgemäße Ausführungsform vor, mit Hilfe einer nicht notwendigerweise kohärenten Lichtquelle, die fest an dem System der Sende-einrichtung angekoppelt ist, durch Bestrahlung einer Maske ein Lichtmuster auf der photorefraktiven Schicht der Lichtleiteranordnung zu erzeugen, durch das der Brechungsindex innerhalb der photorefraktiven Materialschicht periodisch in Art eines für das Licht der Lichtquelle der Sendeeinrichtung wirksamen optischen Gitters verändert wird.

Das sich zeitlich dynamisch an der Einkoppelstelle bildende optische Phasengitter ermöglicht dem in die Lichtleitfaser einzukoppelnden Licht aufgrund von Beugung Ausbreitungsrichtungen innerhalbider Lichtleitfaser einzunehmen, die zu in der Lichtleitfaser geführten Moden führt. Da sich das Einkoppelgitter nur am Ort der aktuellen Einkoppelstelle durch gezielte Bestrahlung bildet, können die bereits in die Lichtleitfaser eingekoppelten Strahlen in der gesamten übrigen Lichtleitfaser durch Totalreflexion ungestört weiter geführt werden.

Da die photorefraktive Materialschicht lediglich bei gezielter Lichtbestrahlung ihren Brechungsindex ändert und im unbelichteten Fall ihren ursprünglichen Brechungsindex einnimmt, wandert das optische Phasengitter dynamisch längs der Erstreckung der Lichtleitfaser simultan mit der Sendeeinrichtung mit. Insofern eignet sich der an sich bekannte Effekt der Zweistrahlinterferenz an photorefraktiven Materialien besonders für die optische Signalübertragung zwischen zwei sich relativ zueinander bewegenden Systemen, wie es beispielsweise bei faseroptischen Schleifringen der Fall ist.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform zur Lichteinkopplung in eine Lichtleitfaser unter Ausnutzung des photorefraktiven Effektes sieht eine Lichtleitfaser vor an deren Überfläche eine physikalisch ausgebildete Gitterstruktur eingearbeitet ist, vorzugsweise in Art mechanisch in die Kontur der Lichtleitfaser eingebrachter Vertiefungen und Erhöhungen, die für sich genommen ein Beugungsgitter für das in die Lichtleitfaser einzukoppelnde Licht darstellt. Unmittelbar auf der strukturierten Oberfläche der Lichtleitfaser wird eine photorefraktive Materialschicht bündig zu der eingearbeiteten Struktur sowie mit einer der Struktur gegenüberliegenden glatten Materialschichtoberfläche aufgebracht.

Im unbelichteten Fall ist die photorefraktive Materialschicht lediglich als eine optisch transparente, die Lichtleitfaser umhüllende Schicht anzusehen, durch deren unmittelbares Angrenzen an die strukturierte Oberfläche der Lichtleitfaser diese keine optische Wirkung zeigt, zumal der Brechungsindex der photorefraktiven Materialschicht mit dem Brechungsindex der Lichtleitfaser identisch ist. Eine in diesem Zustand in-

nerhalb der Lichtleitfaser geführte Lichtwelle tritt ungehindert durch die Kontaktschicht zwischen Lichtleitfaser und photorefraktiver Materialschicht hindurch, wird an der Oberfläche der photorefraktiven Materialschicht bspw. totalreflektiert und auf diese Weise innerhalb der Lichtleitfaser geführt.

An dem die Sendeelnheit tragenden System ist eine nicht notwendigerweise kohärente Lichtquelle angebracht, die den Einkoppelort lediglich über einen begrenzten Bereich weltgehend homogen bestrahlt, wodurch sich der Brechungsindex der photorefraktiven Schicht andert und die in die Lichtleitfaser eingearbeitete Gitterstruktur optische Wirkung entfaltet. Das von der Sendeeinrichtung abgestrahlte Licht gelangt durch die belichtete photorefraktive Materialschicht und wird an dem optisch wirksamen Phasengitter derart in die Lichtleitfaser gebeugt, daß die eingekoppelten Strahlen im Wege der Totalreffexion innerhalb der Lichtleitfaser geführt wird.

Daidas im vorstehend genannten Ausführungsbeispiel verwendete Phasengitter physikalisch fest an der Oberfläche der Lichtleitfaser vorgesehen ist und die photorefraktive Schicht lediglich durch gleichmäßige Beleuchtung ihren Brechungsindex zur vorübergehenden optischen Wirksamkeit des Phasengitters für das einzukoppelnde Licht, ändert können auch alternative Materialien verwendet werden, die durch externen Energieeintrag ihren Brechungsindex andern. Beispielsweise eignen sich hierzu elektrisch sensitive Materialien, die durch Anlegen einer äußeren Spannung ihren Brechungsindex ändern. Hierzu sind beispielsweise Elektroden um den beschichteten Lichtwellenleiter anzuordnen, daß in Abhängigkeit der aktuellen Einkoppelstelle, d.h. in Abhängigkeit der aktuellen Position der Sendeeinrichtung gegenüber der Lichtleitfaser, ihr Brechungsindex geändert wird so daß das von der ersten Lichtguelle herrührende Licht die optisch transparente Schicht weitgehend verlustfrei durchdringt und durch die Gitterstruktur in den Lichtwellenleiter mittels Beugung eingekoppelt wird.

Auch können Flüssigkristallschichten oder Schichten aus elektrorheologischen Flüssigkeiten unmittelbar auf dem Kern der Glasfaser aufgebracht werden, die durch entsprechenden außeren Energieeintrag direkt ein Beugungsgitter, durch entsprechen-

de lokale Varjation des Brechungsindex, bilden, oder die bei gleichmäßiger Brechungsindexänderung die vorstehend verborgenen Gitterstrukturen an der Lichtleitfaseroberfläche hervortreten lassen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch. Es zeigen:

- Figi 1. Ankoppelanordnung mit einer kohärenten Lichtquelle zur Erzeugung eines Interferenzmusters auf der Oberfläche einer photorefraktiven Schicht,
- Fig. 2 Anordhung mit einer Maske zur Erzeugung eines Phasengitters innerhalb der photorefraktiven Schicht.
- Fig. 3 Beleuchtungsprinzip mit/einem fest an der Lichtleitfaseroberfläche eingebrachten Phasengitters sowie
- Fig. 4 Anordnung mit elektrisch sensiblem Material über einer, ein Phasengitter aufweisende Lichtleitfaser.

Beschreibung von Ausführungsbeipsielen

In Fig. 1 ist in schematisierter Weise eine Vorrichtung zur optischen Signalübertragüng dargestellt, das ein bewegliches System S1 gegenüber einem dazu ruhenden
System S2 zeigt. Das ruhende System S2 besteht aus einer Lichtleitfaser 1, die wenigstens an ihrer dem beweglichen System S1 unmittelbar gegenüberliegenden
Oberfläche eine photorefraktive Schicht 2 vorsieht. Die untere gestrichelte Linie 2'
unterhalb der Lichtleitfaser 1 soll lediglich andeuten, daß die photorefraktive Schicht
2 die Lichtleitfaser 1 vollständig umschließen kann.

Das bewegliche System S1, das vorzugsweise mit einem konstanten Abstand über das ruhende System S2 bewegt wird (s. Pfeilrichtung), weist eine kohärente Licht-

quelle 3 auf, deren Lichtstrahl 31 auf eine Strahlteilereinheit 4 gerichtete ist, die Lichtstrahlen 32 und 33 mit gleicher Intensität erzeugt. Ferner sind fest verbunden mit dem beweglichen System S1 Spiegel 5, 6 vorgesehen, an denen die Lichtstrahlen 32 und 33 reflektiert werden, so daß sie im Bereich der photorefraktiven Schicht 2 zur Überlagerung gelangen. Das sich auf der Oberfläche der photorefraktiven Schicht 2 einstellende Interferenzmuster 7 führt zu einem periodisch veränderlichen Brechungsindex innerhalb der photorefraktiven Schicht 2 durch den sich für den Moment der Belichtung eine Gitterstruktur ausbildet, an der der Lichtstrahl 8, der aus der Lichtquelle 9 der Sendeeinrichtung abgestrahlt wird, in die Lichtleitfaser 1 gebeugt wird, daß der eingekoppette Lichtstrahl 8' im Wege der Totalreflexion 10 innerhalb der Lichtleitfaser geführt werden kann (die gestrichelte Linienführung des eingekoppelten Lichtstrahls 8 sieht eine Totalreflexion an der Grenzschicht zwischen Luft und photorefraktiver Schicht 9 vor, da im unbelichteten Zustand der Brechungsindex ns der photorefraktiven Schicht identisch ist mit dem Brechungsindex ns der Lichtleitfaser.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegt darin, daß sich der Bereich des Interferenzmusters 7, an dem sich in der photorefraktiven Schicht 2 ein Beugungsgitter ausbildet, simultan mit dem beweglichen System S1 mitbewegt, d.h. die photorefraktive Schicht kehrt unmittelbar nach einer Beleuchtung wieder in ihren Grundzustand zurück und gleicht sich bei entsprechender Materialwahl dem Brechungsindex der Lichtleitfaser wieder an:

In Fig. 2 weist das bewegliche System S1 neben der für die Signalübertragung vorgesehenen Lichtquelle 9 eine Beleuchtungslichtquelle 3 zur Beleuchtung einer Maske 10 auf, in der beispielsweise ein Sinusgitter eingearbeitet ist. Das Abbild der Maske auf der photorefraktiven Schicht 2 erzeugt wiederum ein Sinusgitter 11 an dem der Lichtstrahl 8 in der positiven und negativen ersten Ordnung (s. die eingekoppelten Strahlen 8 (-I), 8 (+I)) gebeugt wird.

Das bewegliche System S1, an dem die Maske 10 fest angebracht ist, bewegt sich parallel zur Lichtfaser 1 in Pfeilrichtung, und erzeugt jeweils im Strahlenfeld der

Lichtquelle 3, deren Licht die Maske 10 durchdringt, ein dynamisches Beugungsgitter, das lediglich auf den eng begrenzten Bereich der Einkoppelstelle beschränkt ist.

Fig. 3 zeigt eine Lichtleitfaseranordnung, bei der die Lichtleitfaseroberfläche mit einer physikalisch eingearbeiteten Struktur 12 versehen ist, die in Art eines Beugungsgitters ausgebildet ist. Die Lichtleitfaser 1 ist mit einer photorefraktiven Schicht 2 umgeben, die eine glatte Außenseite 13 aufweist. Im unbelichteten Zustand weist die photorefraktive Schicht 2 den gleichen Brechungsindex auf wie die Lichtleitfaser 1, wodurch die Grenzschicht zwischen Lichtleitfaser 1 und photorefraktiver Schicht 2 optisch unwirksam ist. In die Lichtleitfaser eingekoppelte Lichtstrahlen 8 treten ungehindert durch die Grenzschicht hindurch und werden an der Oberfläche der photorefraktiven Schicht 2 total reflektiert.

Wird jedoch die photorefraktive Schicht 2 mit Hilfe einer Lichtquelle 3 beleuchtet, wodurch sie deren Brechungsindex ändert, so kommt die Gitterstruktur 12 an der Oberfläche der Lichtleitfaser 1 optisch zum Tragen, an der eingekoppeltes Licht 8 gebeugt und in das Innere der Lichtleitfaser umgelenkt wird.

Fig. 4 zeigt alternativ eine Anordnung, in der anstelle der photorefraktiven Schicht 2 eine elektrosensitive Materialschicht 2" eingesetzt wird, deren Brechungsindex sich in Abhängigkeit eines äußeren elektrischen Feldes andert. An dem beweglichen System S1 sind Elektrodenkörper E1, E2 angebracht, zwischen denen gezielt elektrische Feldlinien verlaufen, wodurch der Brechungsindex der elektrisch sensitiven Schicht 2" in der vorstehend beschriebenen Weise geändert wird. Wie in Fig. 4 dargestellt, gelangt der zwischen den Elektroden E1 und E2 auf die elektrisch sensitive Schicht auftreffende Lichtstrahl 8 auf die Oberflächenstruktur 12 an der der Lichtstrahl in das Innere der Lichtleitfäser 1 abgelenkt wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

S1 🔭 🔭	bewegliches System
S2	ruhendes System
1	Lichtleiffaser
2	photorefraktive Schicht
2'	Oberfläche der photorefraktivem Schicht
2" ·	elektrisch sensitive Schicht
3. 77	Lichtquelle
31, 32, 33	Lichtstrahlen
4	Strahlteilereinheit
5, 6'	Spiegel
7 · · • · · · · · · · ·	Interferenzmuster, Beugungsgitter
8	Lichtstrahl,
8'	
8' (-I)	eingekoppelter Lichtstrahl
8' (+I)	gebeugter Lichtstrahl der -1. Ordnung
0 (TI)	gebeugter Lichtstrahl der +1. Ordnung
9	Lichtquelle an der Sendeenrichtung
10	Maske
11	Sinusgitter
12	Oberflächenstruktur
13	Außenseite der photorefraktiven Schicht
E1, E2	Elektrodenkörper
ns ·	Brechungsindex der photorefraktiven Schicht
n _k , ,	Brechungsindex der Lichtleitfaser

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur optischen Signalübertragung zwischen zwei dynamisch entkoppelten Systemen (S1, S2), vorzugsweise zwei sich relativ zueinander bewegenden Systemen, mit wenigstens einer, eine erste Lichtquelle (9) aufweisenden Sendeeinrichtung, die auf dem ersten System (S1) angebracht ist, sowie eine, wenigstens
eine Lichtleitfaser (1) aufweisende Empfangseinrichtung, die auf dem zweiten System (S2) angebracht ist und entlang deren Erstreckung die Lichtquelle (9) bewegt
wird und in die das Licht der Lichtquelle (9) einkoppelbar ist,

dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens auf der, der ersten Lichtquelle (9) unmittelbar gegenüberliegenden Oberfläche der Lichtleitfaser (1) eine photorefraktive Schicht (2) aufgebracht ist; und

daß am ersten System (S1) wenigstens eine kohärente Lichtquelle (3) angebracht ist, deren Licht durch Strahlüberlagerung am Ort der Lichteinkopplung ein optisches Gitter (7) in die photorefraktive Schicht (2) dynamisch einprägt, das über Beugungseigenschaften für das Licht der ersten Lichtquelle (9) verfügt, so daß das Licht in die Lichtleitfaser (1) einkoppelbar ist.

- 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht (31) der koharenten Lichtquelle (9) auf einen Strahlteiler (4) trifft, durch den zwei getrennte Lichtstrahlen (32, 33) entstehen, die mittels einer Spiegelanordnung (5, 6) zur Überlagerung gebracht werden.
- 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei kohärente Lichtquellen am ersten System (S1) vorgesehen sind, deren Lichtstrahlen unmittelbar zur Überlagerung gebracht werden.
- 4. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens auf der der ersten Lichtquelle (9) unmit-

telbar gegenüberliegenden Oberhäche der Lichtleitfaser (1) eine photorefraktive Schicht (2) aufgebracht ist, und

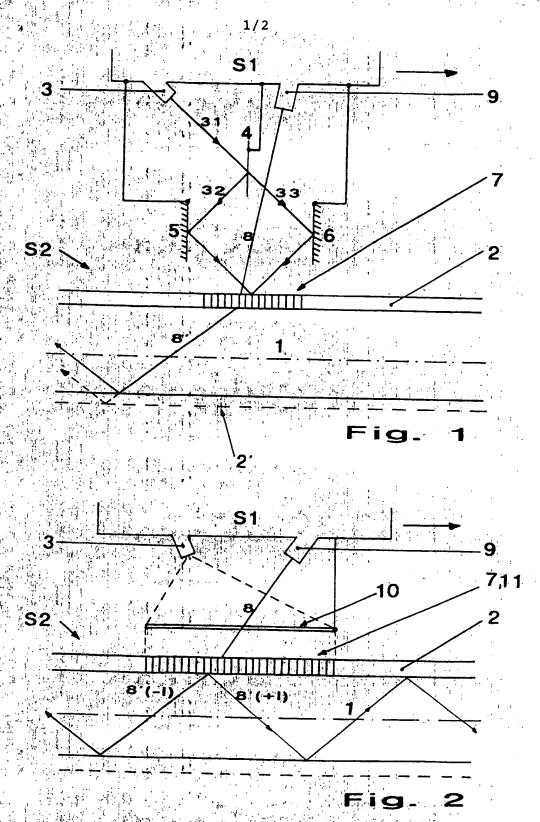
daß eine weitere Lichtquelle (3) sowie eine optische Maske (10) am ersten System (S1) derart vorgesehen sind, daß mittels Durchstrahlung der Maske (10) am Ort der Lichteinkoppelstelle ein optisches Gitter (7) in die photorefraktive Schicht (2) dynamisch eingeprägt wird, das über Beugungseigenschaften für das Licht der ersten Lichtquelle (9) verfügt, so daß das Licht in die Lichtleitfaser (1) einkoppelbar ist.

- 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich das optische Gitter (7) durch Bestrahlung der photorefraktiven Schicht (2) lediglich an der aktüellen Einkoppelstelle zwischen der ersten Lichtquelle (9) und der mit der photorefraktiven Schicht (2) überzogenen Lichtleitfaser (1) ausbildet.
- 6. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens in die, der ersten Lichtquelle (9) unmittelbar gegenüberliegende Oberseite der Lichtleitfaser (1) eine physikalisch ausgebildete Gitterstruktur (12) eingearbeitet ist, daß auf der Gitterstruktur (12) eine optisch transparente Schicht (2) aufgebracht ist, die einen Brechungsindex aufweist, der dem Brechungsindex der Lichtleitfaser entspricht und deren Brechungsindex durch außeren Energieeintrag veränderbar ist.
- 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gitterstruktur (12) über Beugungseigenschaften für das Licht der ersten Lichtquelle (9) verfügt, so daß das Licht in die Lichtleitfaser (1) einkoppelbar ist.
- 8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die optisch transparente Schicht (2) aus photorefraktivem Material besteht, das bei Bestrahlung mit Licht seinen Brechungsindex derart ändert, daß das von der ersten Lichtquelle (9) herrührende Licht die optisch transparente Schicht weitgehend verlustfrei durchdringt und durch die Gitterstruktur (12) in

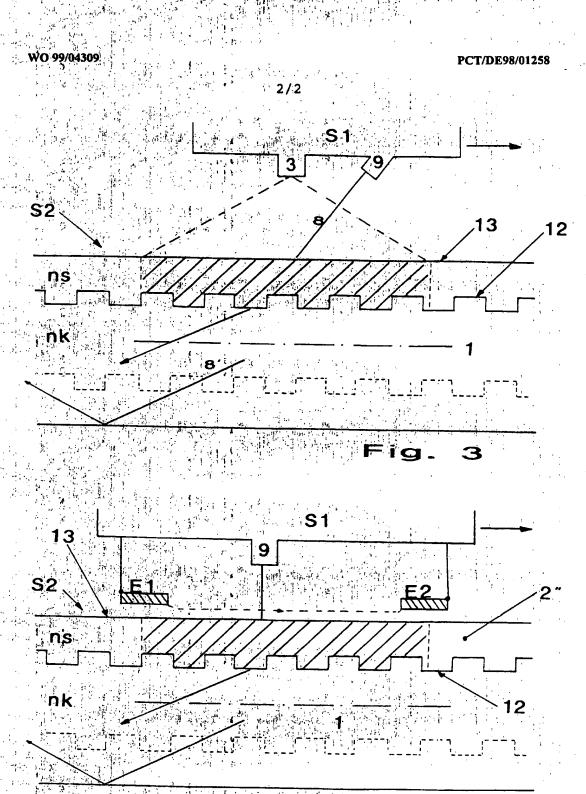
NO 99/04309

die Lichtleitfaser (1) mittels Beugung einkoppelbar ist.

- 9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die optisch transparente Schicht (2) aus elektrisch sensitivem Material besteht, das durch Anlegen einer außeren Spannung seinen Brechungsindex andert.
- 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß Elektroden (E1, E2) um die Lichtleitfaser (1) derart angeordnet sind, daß in Abhängigkeit der aktuellen Einkoppelstelle der Brechungsindex derart anderbar ist, daß das von der ersten Lichtquelle (9) herrührende Licht die elektrisch sensitive Materialschicht (2") weitgehend verlustfrei durchdringt und durch die Gitterstruktur (12) in die Lichtleitfaser (1) mittels Beugung einkoppelbar ist.
- 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die optisch transparente Schicht (12) an der der ersten Lichtquelle (9) gegenüberliegenden Oberseite glatt ausgebildet ist.
- 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet daß das erste (S1) und zweite System (S2) relativ zueinander rotierbar gelagert sind und die Anordnung als optischer Schleifring zur Signalübertragung zwischen den beiden Systemen dient.



12/27/07, EAST Version: 2:1.0.14



A CONTRACTOR OF THE STATE OF TH

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

- And And Mark And
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G02F1/01 H04B10/22
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC
B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G02F H04B G02B
1997年後後後の遺物の対象の時間に対象を表現を対しませんでします。
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched.
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
where practical, search terms used)
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT
Category: Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
NG 4 7400 240 A CHIVET TANK
see abstract
see column 8, line 59; - column 9, line 1
[100] 전 [4] 영화[100] 전 [4] 전 [4학교·(2] (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2)
A US 4 962 986 A (HOMPEL M TEN ET AL) 1,6
see abstract
see figures 1 4
X Further documents are listed in the continuation of box C. X Patent family members are listed in annex.
Special categories of cited documents
"A" document defining the general state of the art which is ript or priority date and not in conflict with the application but considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international "X" document of particular relevance; the claimed invention
Cannot be considered novel or cannot be considered to "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another
citation or other special reason (as specified). "Y" document of particular relevance, the claimed invention carried be considered to involve an inventive step when the document referring to an oral disclosure, use, equipition or
"P" document published prior to the International filling data but
ater than the priority date claimed a document member of the same patent family
Date of mailing of the international search Date of mailing of the international search report
21 September 1998
Name and mailing address of the ISA Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentielän 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31,651 epo.nl,
Fax: (-31-70) 340-3016 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7

Form PCT/ISA/210 (second sheets/Abdy 1999)

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No PCT/DE 98/01258

C.(Continuetton) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category! Citation of Sociument, with indication, where appropriate, of the relevant passages A KWAK C H ET AL: "FORMATION DYNAMICS OF BRAGG PHASE GRATINGS IN PHOTOSENSITIVE OPTICAL FIBERS," I EEE "PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 6, no. 7, 1 July 1994, pages 836-838 See page 836, paragraph 1 see figure 1 A US 5 412 743 A (BRAZAS JR JOHN C) 2 May 1995 See abstract see column 8, line 66 - column 9, line 19 See figure 4
A KWAK C H ET AL: "FORMATION DYNAMICS OF BRAGG PHASE GRATINGS IN PHOTOSENSITIVE OPTIGAL FIBERS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol 6, no. 7, 1 July 1994, pages 836-838, XP000465538 See page 836, paragraph 1 see figure 1 A US 5 412 743 A (BRAZAS JR JOHN C) 2 May 1995 See abstract
BRAGG PHASE GRATINGS IN PHOTOSENSITIVE OPTICAL FIBERS!" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 6, no. 7, 1 July 1994, pages 836-838, XP000465538 see page 836, paragraph 1 see figure 1 A US 5, 412 743 A (BRAZAS JR JOHN C) 2. May 1995 see abstract
see page 836, paragraph 1 see figure 1 A US 5.412 743 A (BRAZAS JR JOHN C) 2 May 1995 see abstract
2 May 1995
see column 8 line 66 - column 9 line 19 see figure 4
[8] 《杨文·张·文·张文·《《·文·························

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No PCT/DE 98/01258

	Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
er jage	US 4749248 A	07-06-1988	CA 1243078 A DE 3687944 A EP 0221560 A JR 2112005 C JP 8003567 B JP 62109011 A KR 9509564 B	11-10-1988 15-04-1993 13-05-1987 21-11-1996 17-01-1996 20-05-1987 24-08-1995
	US ,4962986 A	, 16-10 ¹ 1990	DE 3812203 A	26-10-1989
	US 5412743 A	02-05-1995	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

etionales Aktenzeichen

The property of the property o	98/01258
IPK 6 G02F1/01 H04B10/22	, , ,
	•
Nach der internationalen Patentklessifikation (IPM) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK B. RECHERCHIERTE GEBIETE	
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationasystem und Klassifikationasymbole)	
IPK 6 G02F H04B G02B	; ;
	B
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüstoff gehörende Verötfentlichungen; soweit diese unter die recherchierten Geb	lete fallen
· ···································	
Während den internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwend	ete Suchbegriffe)
	<u> </u>
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN Kategorie', Bezeichnung der Veröffentlichung. soweit erforderlich umber Angeste der in Betracht konfmersen Telle.	
Kategorie Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
[A] - 15.4 749 248 A (WHITE IAN A ET AL)	1-8
, siehe Zusammenfassung	,
siehe Spalte 8, Zeije 59 - Spalte 9, Zeile	
siehe Abbildungen 1,8	No.
A US 4 962 986 A (HOMPEL M. TEN ET AL) 16 Oktober 1990	1,6
siehe Zusammenfassung	
siehe Abbildungen 1,4	
Weltere Veröffentlichungen sind der Förtsetzung von Feld C zu X Siehe Anhang Patentfamilie	
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen.	domintountional or A production
"A" Veröffentlichung, die den aligemeinen Stand der Techtifik detiniert, oder dem Prioritätsdatum veröffen aber nicht als besonders bedeutsam anzusenen ist Anmeldung nicht kollidiert, sonder	tlicht worden ist und mit der
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffertlicht worden ist	zips oder der ihr zugrundeliegenden
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelnaft er- kann allein aufgrund dieser Veröffe	entlichung nicht als neu oder auf
scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer erfinderischer Tätigkeit beruhend i anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden	etrachtet werden
ausgeführt) Werden, wenn die Veröffentlichung	itigkeit beruhend betrachtet miteiner oder mehreren anderen
eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht diese Verbindung für einen Fachm	
dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist av Veröffentlichung, die Mitglied derse	
Datum des Abserblusses der internationalen Recherche Absendedatum des internationaler	n Recherchenberichts
21. September 1998 29/09/1998	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Bevollmächtigter Bedlensteter	
Europäisches Pateriamt: P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk	
Tel. (+31-70) 340-2040. Txl 31-651.epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	
<u>一个一个一个一个,就是被握了一个人的</u> 是对这种的一个人的 <u>特别,一样一种</u> 的特别的对象,就是一种的人们的一个事	

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/DE 98/01258

C.(Fortsetz	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	PCT/DE 98	0/01258	
	Bezeichnung der Veröffentlichung, ebweit erforgerlich unter Angebe der in Betracht komm	enden Teile	Betr. Anspruch Nr.	
A	KWAK C H ET AL: "FORMATION DYNAMICS OF BRAGG PHASE GRATINGS IN PHOTOSENSITIVE OPTICAL FIBERS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Bd. 6, Nr. 7, 1. Juli 1994, Seiten 836-838, XP000465538 siehe Seite 836, Absatz 1		2-4	
A	US 5 412 743 A (BRAZAS JR JOHN C) 2. Mai 1995 siehe Zusammenfassung		6-12	
	siehe Spalte 8. Zeile 66 - Spalte 9. Zeile 19 siehe Abbildung 4			
		4		
,	A Marie Mari			
Signal Si				
			3	•
4 4 5		e e st		

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zurreelben Patenttamilie gehören

ationales Aktenzeichen
PCT/DE 98/01258

US 4749248 A 07-06-1988	CA 1243078 A DE 3687944 A EP 0221560 A	11-10-1988 15-04-1993 13-05-1987
	JP 2112005 C JP 8003567 B JP 62109011 A KR 9509564 B	21-11-1996 17-01-1996 20-05-1987 24-08-1995
US 4962986 A 16-10-1990	DE 3812203-A	26-10-1989

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentlamilie)(Juli 1992